

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Toshiaki OTSUKI et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: Unknown

Filed: July 23, 2003

Examiner: Unknown

For: CURVE INTERPOLATION METHOD

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-237394

Filed: August 16, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: July 23, 2003

By: 

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 8月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-237394

[ST.10/C]:

[JP2002-237394]

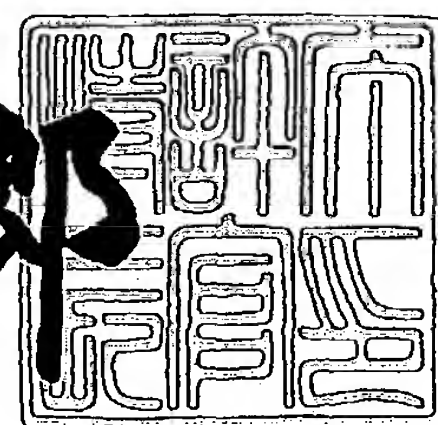
出 願 人
Applicant(s):

ファナック株式会社

2003年 5月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3036323

【書類名】 特許願
 【整理番号】 21467P
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 G05B 19/4103
 【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
 ナック株式会社 内

【氏名】 大槻 俊明

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
 ナック株式会社 内

【氏名】 荻野 秀雄

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
 ナック株式会社 内

【氏名】 井出 聡一郎

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
 ナック株式会社 内

【氏名】 千葉 琢司

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 曲線補間方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 数値制御装置における、指令点列から滑らかな曲線を生成しその曲線に沿って補間する方法において、

- ①前記指令点列の各点間に内挿点を求め、それを形状指令点とするステップと、
 - ②該形状指令点の各点について順に着目し、着目した点とその前後の予め決められた点数の形状指令点を選択するステップと、
 - ③該選択した点に対して近似曲線を生成するステップと、
 - ④前記着目した点を前記近似曲線に向かって移動し、修正指令点とするステップと、
 - ⑤前記ステップ②からステップ④までを各形状指令点について繰り返し実行するステップと、
 - ⑥前記修正指令点の点列を通る曲線を生成するステップと、
 - ⑦生成した曲線を補間するステップと、
- を備えた曲線補間方法。

【請求項 2】 ステップ①において、内挿点と指令点をあわせて形状指令点とする、請求項 1 記載の曲線補間方法。

【請求項 3】 ステップ①において、内挿するにあたり、設定単位以下の細かさで内挿点を求める、請求項 1 又は請求項 2 記載の曲線補間方法。

【請求項 4】 ステップ③において、各点と近似曲線との距離の 2 乗の和が最小となる近似曲線を生成する、請求項 1 乃至 3 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【請求項 5】 ステップ④において、修正のための移動量が第 1 の設定値を越えるとき、修正のための移動量は前記第 1 の設定値分だけとする、請求項 1 乃至 4 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【請求項 6】 ステップ④において、修正指令点間が第 2 の設定値よりも短い場合は、さらにその内挿点を修正指令点とし、その内挿点を求めるために使用した修正指令点は削除する、請求項 1 乃至 5 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間

方法。

【請求項 7】 前記内挿点は中点である、請求項 6 記載の曲線補間方法。

【請求項 8】 ステップ④において、移動するにあたり、設定単位以下の細かさで移動する、請求項 1 乃至 7 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【請求項 9】 ステップ⑥において、修正指令点列を通る曲線を生成するにあたり、各修正指令点に対応する近似曲線の点における近似曲線の 1 階微分の値も使用する、請求項 1 乃至 8 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【請求項 10】 ステップ⑦において、設定単位以下の細かさで補間する、請求項 1 乃至 9 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【請求項 11】 ステップ①において、指令点間がある設定値よりも短い場合は、さらにその内挿点を指令点とみなし、その内挿点を求めるために使用した指令点は削除する、請求項 1 乃至 10 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【請求項 12】 前記内挿点とは中点である、請求項 11 記載の曲線補間方法。

【請求項 13】 ステップ⑥において、生成する曲線はNURBS曲線である、請求項 1 乃至 12 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【請求項 14】 ステップ⑥において、生成する曲線はスプライン曲線である、請求項 1 乃至 12 の内いずれか 1 項に記載の曲線補間方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、数値制御装置等で曲面を加工する際の指令点列データより滑らかな曲線を得る曲線補間方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

CAD/CAM装置や倣い装置などを使って作成した指令点列データに基づいて数値制御工作機械等で金型等の曲面を加工する場合、指令点列データから曲線補間を行って曲面加工が行われている。例えば、特開平 2 - 1 1 3 3 0 5 号公報には、指令点列データから近似的なスプライン曲線を生成し補間する方法が記載されて

いる。

【0003】

また、特開平10-240328号公報には、隣り合う点間の線分ベクトルを求めこの線分ベクトルの差の差分ベクトルの2乗の和が最小となるように各指令点の補正量を求め、各指令点を修正し補間する方法や、指令点列から連続する複数の点列を評価範囲として、この評価範囲の点列に対して近似的な曲線を当てはめ、この近似曲線と評価範囲内の各指令点との差を修正量とし修正指令点列を求める方法等が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

CAD/CAMで作成されるデータは、CADで作成されるデータの目標曲線（以下、所期の曲線という）に対してあるトレランス内に入るように線分が作成され、その線分の両端の点が指令点列データとして数値制御装置に指令される。

図1に示すように、CAMでは所期の曲線 C_s に対して、あるトレランス幅 $2w$ 内に入るように線分 L が作成され、その線分の両端の点 $P, P \dots$ が指令点列データとしてCAMから数値制御装置に指令される。この指令点列の位置情報に基づいて曲線 C_e が生成されるために、所期の曲線 C_s に対するトレランス幅 $2w$ を越えるような曲線 C_e が生成されてしまうことがある。

【0005】

特開平10-240328号公報に記載された技術は、指令点を修正するものであるが、この場合も同様である。指令点を修正しても図1と同様な曲線 C_e になる可能性があり、所期の曲線 C_s に対するトレランス幅 $2w$ を越えるような曲線 C_e が生成されないという保証はない。

また、指令点列は所期の曲線 C_s に対してあるトレランス幅 $2w$ の帯の端に来ることが多い。そのため、指令点列のみから曲線 C_e を生成すると、所期の曲線 C_s から離れてしまうことがある。たとえば、図2に示すように、所期の曲線 C_s が円弧であった場合、あるトレランス幅 $2w$ 内に入る線分 L を生成すると、指令点 P, P, P は所期の曲線 C_s からトレランス量 w だけ離れた位置にあり、図3に示すように、各線分 L を約 $0.15 : 0.7 : 0.15$ で内分した2点 Q_1

、 Q_2 が所期の曲線 C_s 上に存在する点である。

【0 0 0 6】

このことは、指令点を修正する場合も同様である。たとえば、上述した図 2 のように、所期の曲線が円弧であった場合、指令点列は円弧上に並んでいるため、指令点列に対して近似的な曲線を当てはめても指令点列はほとんど修正されない。したがって、修正された指令点列はやはり所期の曲線 C_s からトレランス量 w だけ離れた位置にある。

【0 0 0 7】

又、指令点列から生成される曲線 C_e は、指令点列の位置を必ず通過する。そのため、指令点列に CAD/CAM での計算誤差があったり、設定単位への丸め誤差があり、図 4 に示すような点列 $P, P, P \dots$ であると、その誤差が生成曲線 C_e に反映し、加工面の面精度が良くないことや加工時の機械の振動の原因となることがある。このように、指令された点列の位置を必ず通過することが、面精度の劣化の原因となることがある。

【0 0 0 8】

そこで、本発明の目的は、所期の曲線に対するトレランス以内に収まる曲線を得る曲線補間方法を提供することにある。又は、所期の曲線により近い曲線を得る曲線補間方法を提供することにある。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】

指令点 $P, P, P \dots$ は、図 5 に示すようにトレランス幅 $2w$ 内に有り、各指令点列 $P, P, P \dots$ を結ぶ線分もトレランス幅 $2w$ 内にある。よって、指令点間線分を内挿すれば、この内挿点 $Q, Q, Q \dots$ もトレランス幅 $2w$ 内に存在することになる。本発明は、この内挿点を利用して、所期の曲線 C_s により近い滑らかな曲線 C_e を生成しその曲線に沿って補間する方法であり、

ステップ①；指令点列 $P, P, P \dots$ の各点間に内挿点 Q, Q, Q, \dots を求め、それを形状指令点とする。この形状指令点（内挿点） Q, Q, Q, \dots は指令点 $P, P, P \dots$ よりもトレランス幅 $2w$ 内の中心部に位置する。

ステップ②；該形状指令点 Q, Q, Q, \dots の各点について順に着目し、着目し

た点とその前後の予め決められた点数の形状指令点を選択する。

ステップ③；図6に示すように該選択した形状指令点 Q ， Q ， Q ， \dots に対して近似曲線 C_m を生成する。

ステップ④；前記着目した形状指令点 Q を前記近似曲線 C_m に向かって移動し、修正指令点 Q' とする。

ステップ⑤；前記ステップS②からステップS④までを各形状指令点 Q ， Q ， Q ， \dots について繰り返し実行し、修正指令点 Q' ， Q' ， Q' ， \dots を得る。

ステップ⑥；前記修正指令点 Q' の点列を通る曲線を生成する。

ステップ⑦；生成した曲線を補間する。

以上のステップで構成された曲線補間方法である。

【0010】

又、前記ステップ①において、内挿点 Q だけではなく指令点 P をあわせて形状指令点としてもよい。このステップ①において内挿点を求めるにあたり、点列指令における指令設定単位以下の細かさで内挿点を求めるようにする。

【0011】

ステップ③の処理においては、各形状指令点 Q と近似曲線 C_m との距離の2乗の和が最小となる近似曲線 C_m を生成するようにする。

ステップ④において、修正のための移動量が第1の設定値を越えるとき、修正のための移動量はこの第1の設定値分だけとする。

又、ステップ④において、図7に示すように、修正指令点 Q' 間が第2の設定値よりも短い場合は、さらにその内挿点（例えば中点） Q'' を修正指令点 Q' とし、その内挿点を求めるために使用した修正指令点は削除する。

ステップ④において、移動するにあたり、点列指令の設定単位以下の細かさで移動するようにする。

【0012】

ステップ⑥において、修正指令点列 Q' ， Q ， Q' ， \dots を通る曲線を生成するにあたり、図9に示すように、各修正指令点 Q' が対応する近似曲線 C_m の点における近似曲線 C_m の1階微分の値 $Q^{(1)}$ も使用する。

ステップ⑦においては、点列指令の設定単位以下の細かさで補間する。

ステップ①において、指令点間の距離がある設定値よりも短い場合は図 8 に示すように、さらにその内挿点（例えば中点）P' を指令点 P とみなし、その内挿点を求めるために使用した指令点は削除するようにする。

ステップ⑥において、生成する曲線 C e は、NURBS 曲線又はスプライン曲線とする。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

図 1 0 は本発明の曲線補間方法を適用する数値制御装置 1 0 0 のブロック図である。数値制御装置 1 0 0 を全体的に制御するプロセッサ 1 1 には、ROM、RAM、バッテリーでバックアップされた CMOS メモリ等のメモリ 1 2、記憶媒体にデータを入出力するデータ入出力装置 3 4 が接続されたインターフェイス 1 3、表示器／MDI ユニット 3 0 が接続されたインターフェイス 1 6、操作盤 3 1 が接続されたインターフェイス 1 7、PMC（プログラマブル・マシン・コントローラ）1 4、表示器／MDI ユニット 3 0、各軸の軸制御回路 1 8、スピンドル制御回路 2 0 がバス 2 2 で接続されている。

【 0 0 1 4 】

各軸の軸制御回路 1 8 はプロセッサ 1 1 からの各軸の移動指令量を受けて、各軸の指令をサーボアンプ 1 9 に出力する。サーボアンプ 1 9 はこの指令を受けて、各軸のサーボモータ 3 2 を駆動する。各軸のサーボモータ 3 2 は位置・速度検出器を内蔵し、この位置・速度検出器からの位置・速度フィードバック信号を軸制御回路 1 8 にフィードバックし、位置・速度のフィードバック制御を行う。なお、図 1 0 では、位置・速度のフィードバックについては省略している。

【 0 0 1 5 】

また、スピンドル制御回路 2 0 は主軸回転指令を受け、指令主軸速度と主軸モータ 3 3 に設けられたポジションコーダからの速度フィードバック信号とにより、スピンドルアンプ 2 1 にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ 2 1 はスピンドル速度信号により主軸の速度制御を行う。

【 0 0 1 6 】

データ入出力装置 3 4 からインターフェイス 1 3 を介して、CAD／CAM 装置や倣

い装置などを使って作成された指令点列データを含む加工プログラムが入力され、メモリの不揮発性部分に記憶されているものとする。滑らかな曲線を生成して補間することの開始を指令するGコードとこの指令を解除するGコードが用意されており、加工プログラムには、図11に示すように、滑らかな曲線を生成して補間すべき対象の指令点列の最初に、滑らか曲線補間指令のGコード「G06.3」がプログラムされ、この指令をキャンセルする位置に滑らか曲線補間キャンセル指令Gコード「G06.9」がプログラムされている。このGコード「G06.3」と「G06.9」間において本発明が採用する滑らか補間がなされる。

【0017】

又、この滑らか補間をなす区間を自動的に判断するようにしてもよい。この場合は、プロセッサ11は加工プログラムより点列を読み、各点列間を結ぶ線分野角度や長さから滑らか曲線を生成して補間するか否かを自動的に判断するようにする。図12に示すように、点 P_1 、 P_2 、 P_3 の各点間の隣り合う線分間の屈折角度は小さい。及び点 P_6 、 P_7 、 P_8 の各点間の隣り合う線分間の屈折角度も小さい。よって、これらの区間は滑らか曲線を生成して補間する領域と判断し、又、点 P_3 と P_4 間の線分と点 P_4 と P_5 間の線分の屈折角度 α 、点 P_4 と P_5 間の線分と点 P_5 と P_6 間の線分の屈折角度 β は大きい。このため、点 P_4 と P_5 間は滑らかな曲線を生成して補間する処理は行わないようにする。すなわち、指令点列間のとなりあう線分の屈折角が基準値以下の場合には、滑らか曲線を生成して補間する処理を行うものと自動的に判断し、他の場合には行わないように自動的に判断するようにする。

【0018】

又、図13に示すように、指令点 P_1 から P_4 及び指令点 P_5 から P_8 の各点間の距離は短い、指令点 P_4 と P_5 間の距離は長い、このように指令点間の距離が基準値以下の指令点 $P_0 \sim P_4$ 、 $P_5 \sim P_8$ 場合には、滑らか曲線を生成して補間する処理を行い、基準値より長い指令点 $P_4 \sim P_5$ の場合には、滑らか曲線を生成して補間する処理を行わないものと自動的に判断するようにする。

【0019】

そこで、Gコードにより又は自動的に滑らか曲線を生成して補間する処理と判

断されたときの処理について、図 1 4、図 1 5 に示すフローチャートと共に説明する。

【 0 0 2 0 】

プロセッサ 1 1 は加工プログラムより指令点列 $P_0, P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$ を読み込む (S 1)。この読み込んだ指令点列が図 1 6 に示すような指令点列 $P_0, P_1, P_2, P_{n-1}, P_n$ であったとする。

【 0 0 2 1 】

次に、各点間 $(P_0, P_1), (P_1, P_2) \dots (P_{n-1}, P_n)$ に 2 点の内挿点 $(Q_1, Q_2), (Q_3, Q_4) \dots (Q_{2n-1}, Q_{2n})$ を作成する (S 2)。この実施形態においては、図 1 7 に示すように、内挿比を $1 : 0.7 : 0.15$ としている。すなわち、

(P_i, P_{i+1}) 間の内挿点 (Q_{2i+1}, Q_{2i+2}) の内挿比は、線分 (P_i, P_{i+1}) の距離 : 線分 (Q_{2i+1}, Q_{2i+2}) の距離 : 線分 (P_i, Q_{2i+1}) の距離 = $1 : 0.7 : 0.15$ とする。

【 0 0 2 2 】

そして、 $Q_0 = P_0, Q_{2n+1} = P_n$ とし (S 3)、これによって内挿点の点列 $Q_0, Q_1, Q_2, \dots, Q_{2n}, Q_{2n+1}$ からなる形状指令点列を生成する。

指標 i を「1」にセットし (S 4)、該指標 i の値を判断し (S 5, S 6)、指標 i が「1」の場合には、形状指令点列 $Q_{i-1}, Q_i, Q_{i+1}, Q_{i+2} (=Q_0, Q_1, Q_2, Q_3)$ を取り出し (S 1 7)、指標 i が「2 ~ $2n-1$ 」の場合には、形状指令点列 $Q_{i-2}, Q_{i-1}, Q_i, Q_{i+1}, Q_{i+2}$ を取出し (S 7)、指標 i が「 $2n$ 」の場合には、形状指令点列 $Q_{i-2}, Q_{i-1}, Q_i, Q_{i+1} (=Q_{2n-2}, Q_{2n-1}, Q_{2n}, Q_{2n+1})$ を取出す (S 1 8)。なお、指標 i が「 $2n+1$ 」の場合には後述する。

こうして取出した点列に対して、最小 2 乗法にて近似曲線 C_m を作成する。つまり、取出した点列からの距離の 2 乗和が最も小さくなる曲線 C_m を作成する (S 8)。この近似曲線 C_m が図 1 8 に示す一点鎖線の曲線であったとする。次に、この時点の指標 i に対応する形状指令点 Q_i を近似曲線 C_m に向かって、点列指令の設定単位以下の細かさでかつトレランス量 $2w$ 以内で移動し、修正指令点 Q_i' とする (S 9)。そして、形状指令点 Q_i に対応する近似曲線 C_m 上の修

正指令点 Q_i' における1階微分値 $Q_i^{(1)}$ を求め記憶する(S10)。

【0023】

指標 i を「1」インクリメントし(S11)、該指標 i が形状指令点 Q の数の「 $2n+1$ 」を越えたか判断し(S12)、越えてなければ、処理S5に戻り上述した処理を実行する。

【0024】

指標 i が「 $2n+1$ 」に達したことが、処理S5で判断されたときには、修正指令点 Q_{2n+1}' =指令点 P_n とし、修正指令点 Q_{2n}' から指令点 P_n へ方向ベクトルを修正指令点 Q_{2n+1}' に対応する1階微分値 $Q_{2n+1}^{(1)}$ として記憶し(S19)、指標 i を1インクリメントする(S11)。その結果、指標 i が形状指令点 Q の数の「 $2n+1$ 」を越えたことが判別されるので(S12)、処理S13に移行し、修正指令点 Q_0' =指令点 P_0 とし、指令点 P_0 から修正指令点 Q_1' の方向ベクトルを修正指令点 Q_0' (= P_0)に対応する1階微分値 $Q_0^{(1)}$ とする。以上の処理によって、形状指令点列 $Q_0, Q_1, Q_2, \dots, Q_{2n}, Q_{2n+1}$ に対応する修正指令点列 $Q_0', Q_1', Q_2', \dots, Q_{2n}', Q_{2n+1}'$ 及び各修正指令点の1階微分値 $Q_0^{(1)}, Q_1^{(1)}, Q_2^{(1)}, \dots, Q_{2n}^{(1)}, Q_{2n+1}^{(1)}$ を得る。

【0025】

さらに本実施形態においては、図19に示すように、修正指令点 $Q_0', Q_1', \dots, Q_{2n+1}'$ の各2点間の距離について、設定されている基準値よりも短い2点 Q_j', Q_{j+1}' 間の距離があれば、その2点間を内挿した内挿点を求める。この図19に示す例では2点の中点を新しい修正指令点 Q_j' とし、旧い修正指令点 Q_j', Q_{j+1}' を削除する。又、旧い修正指令点の1階微分値 $Q_j^{(1)}$ と $Q_{j+1}^{(1)}$ の平均値を新しい修正指令点 Q_j' の1階微分値 $Q_j^{(1)}$ として、旧い修正指令点の1階微分値 $Q_j^{(1)}$ と $Q_{j+1}^{(1)}$ を削除する。ただし、修正指令点列の両端の修正指令点 Q_0', Q_{2n+1}' 及びこの修正指令点の1階微分値 $Q_0^{(1)}, Q_{2n+1}^{(1)}$ は削除しない。

これによって、曲線生成の元データとして、修正指令点列 $Q_0', Q_1', \dots, Q_{2n+1}'$ と、各点における1階微分値 $Q_0^{(1)}, Q_1^{(1)}, \dots, Q_{2n+1}^{(1)}$ が作成され

る (S 1 4)。

【 0 0 2 6 】

次に、修正指令点列 Q_0' , Q_1' ... Q_{2n+1}' および各 1 階微分値 $Q_0^{(1)}$, $Q_1^{(1)}$, ... $Q_{2n+1}^{(1)}$ とから、修正指令点列 Q_0' , Q_1' ... Q_{2n+1}' を通る曲線を生成する (S 1 5)。

【 0 0 2 7 】

たとえば、2 点 Q_j' , Q_{j+1}' において、それらの位置 Q_j' , Q_{j+1}' とそれらの点における 1 階微分値 $Q_j^{(1)}$, $Q_{j+1}^{(1)}$ が与えられているので、それらの点を結ぶスプライン曲線や NURBS 曲線等の 3 次曲線を生成して補間することができる。より具体的には、たとえば、2 点 Q_j' , Q_{j+1}' 間を次のようなスプライン曲線の 3 次曲線で結ぶ場合、2 点の位置 Q_j' , Q_{j+1}' と 1 階微分値 $Q_j^{(1)}$, $Q_{j+1}^{(1)}$ の 4 個のデータが与えられるので、次式で示すスプライン曲線の係数 A, B, C, D は決定され、2 点 Q_j' , Q_{j+1}' 間を結ぶ 3 次曲線 C e が生成される (S 1 5)。

【 0 0 2 8 】

$$f(t) = At^3 + Bt^2 + Ct + D \quad (A, B, C, D \text{ は係数、} t = 0 \sim 1.0 \text{ の曲線パラメータ})$$

ただし、 $f(t)$, A, B, C, D は次のように各軸ごとに値を持つベクトルである。

$$f(t)_x = A_x t^3 + B_x t^2 + C_x t + D_x$$

$$f(t)_y = A_y t^3 + B_y t^2 + C_y t + D_y$$

$$f(t)_z = A_z t^3 + B_z t^2 + C_z t + D_z$$

なお、図 2 0 にこうして生成された曲線 C e を示す。

次に、こうして生成された曲線 C e を点列指令の設定単位以下の細かさで補間する (S 1 6)。

【 0 0 2 9 】

上述の実施形態においては、ステップ S 1 で全ての指令点列 P_0 , P_1 , P_2 , ... P_{n-1} , P_n の読み込みを行ってから処理を開始したが、必要点列だけ読みとってその点列に対する処理を行うことも可能である。そうすることによって、対象の指令点列をすべて読み込み終わってから曲線生成の処理を開始するのではなく指令点列を読み込みながら読み込んだ指令点列に対して曲線を生成していくことが可能で

ある。

【0 0 3 0】

又、各指令点間に内挿点（＝形状指令点）を得る場合、上記実施形態では2点の内挿点を作成しているが、2点に限らず他の数の内挿点を作成するようにしてもよい。さらに、近似曲線 C_m を作成する場合、上記実施形態では、着目している形状指令点 Q_i の前後に最大2点の形状指令点を取出しているが、2点という点数を他の数にしてもよい。さらには、指令点列 $P_0, P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$ と内挿点 Q_1, Q_2, \dots, Q_{2n} を合わせて形状指令点としてもよい。

【0 0 3 1】

さらに、指令点列 $P_0, P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$ の任意の2点を結ぶ線分がある設定値よりも短い場合、図8に示すように、その内挿点または中点を指令点 P' とみなしその内挿点または中点を生成するために使用した2点の指令点は削除するようにしてもよい。この場合、処理S2で、各指令点P間の距離が設定基準値以下か判断し、基準以下の場合には、上述した処理を行うようにして、指令点列を作成しなおし、内挿点を求めるようにすればよい。

【0 0 3 2】

又、上記実施形態では、処理S2の処理で指令点 P_i, P_{i+1} 間の内挿点 Q_{2i+1}, Q_{2i+2} において、線分 (P_i, P_{i+1}) の距離：線分 (Q_{2i+1}, Q_{2i+2}) の距離：線分 (P_i, Q_{2i+1}) の距離＝1：0.7：0.15とした内挿比を用いたが、他の値にしてもよい。

【0 0 3 3】

【発明の効果】

本発明は、より滑らかでかつ所期の曲線に近い曲線を補間することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

指令点列に基づいて曲線を生成する従来の方法の問題点の説明図である。

【図2】

従来の方法により生成した曲線と所期の曲線の説明図である。

【図3】

従来の方法による所期の曲線上の点の説明図である。

【図 4】

指令点列によっては、従来の方法では滑らかな生成曲線が得られない例の説明図である。

【図 5】

本発明が形状指令点として用いる内挿点の説明図である。

【図 6】

本発明における形状指令点を近似曲線へ移動させ修正指令点を求める説明図である。

【図 7】

本発明における修正指令点をさらに修正する場合の説明図である。

【図 8】

本発明において、さらに指令点を修正する場合の説明図である。

【図 9】

本発明における 1 階微分値の説明図である。

【図 10】

本発明を実施する数値制御装置の一実施形態の要部ブロック図である。

【図 11】

同実施形態における曲線を生成して補間するプログラムを指令したプログラム例の説明図である。

【図 12】

同実施形態において、曲線を生成して補間するか否かを自動的に判断する方法の説明図である。

【図 13】

同実施形態において、曲線を生成して補間するか否かを自動的に判断する別の方法の説明図である。

【図 14】

同実施形態における動作処理のフローチャートである。

【図 15】

同動作処理フローチャートの続きである。

【図 1 6】

同実施形態における点列指令の説明図である。

【図 1 7】

同実施形態における内挿点（形状指令点）の説明図である。

【図 1 8】

同実施形態における近似曲線を求め、修正指令点及び 1 階微分値を求める説明図である。

【図 1 9】

同実施形態における修正指令点をさらに修正し新しい修正指令点と 1 階微分値を求める説明図である。

【図 2 0】

同実施形態において生成される滑らかな曲線の説明図である。

【符号の説明】

1 0 0 数値制御装置

$P, P_0, P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$ 指令点

$Q, Q_0, Q_1, Q_2, \dots, Q_{2n}, Q_{2n+1}$ 内挿点（形状指令点）

$Q', Q_0', Q_1', Q_2', \dots, Q_{2n}', Q_{2n+1}'$ 修正指令点

$Q^{(1)}, Q_0^{(1)}, Q_1^{(1)}, \dots, Q_{2n+1}^{(1)}$ 1 階微分値

C_s 所期の曲線

C_m 近似曲線

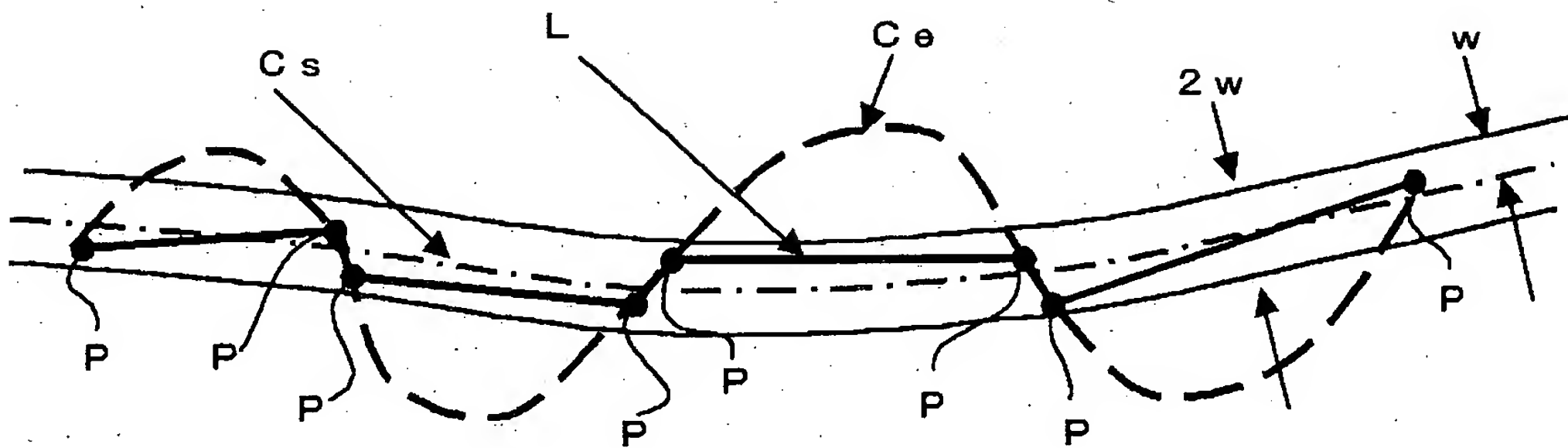
C_e 生成される曲線

w トレランス幅

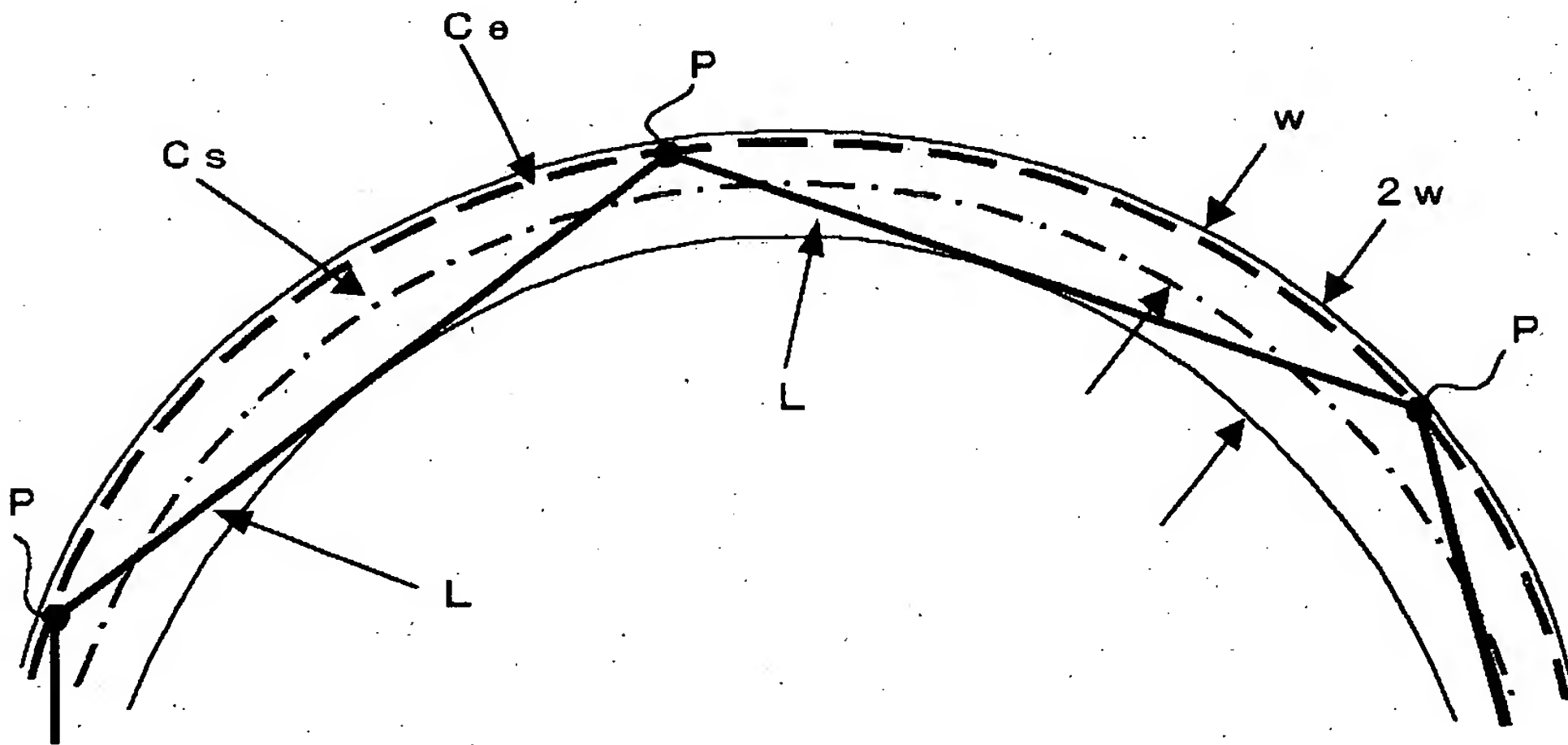
L 線分

【書類名】 図面

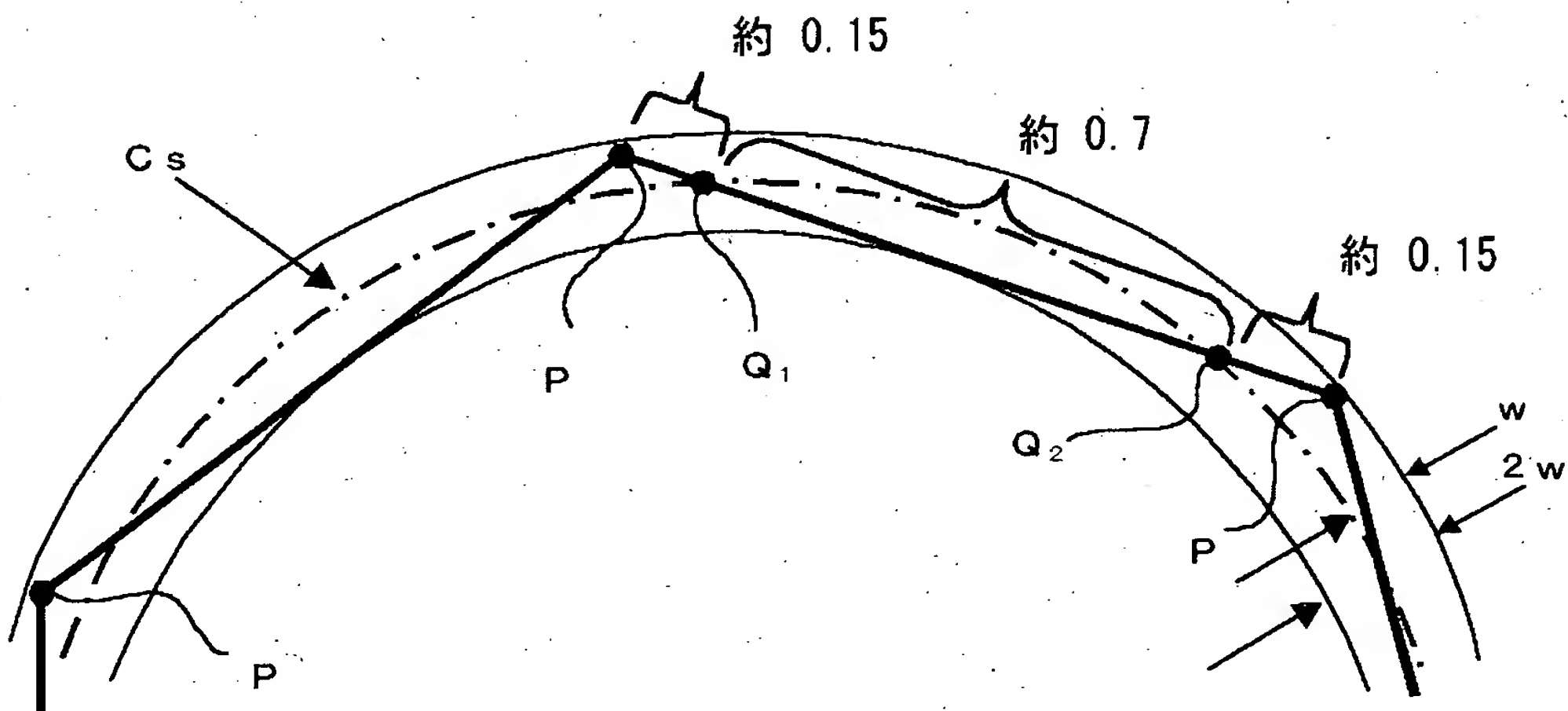
【図1】



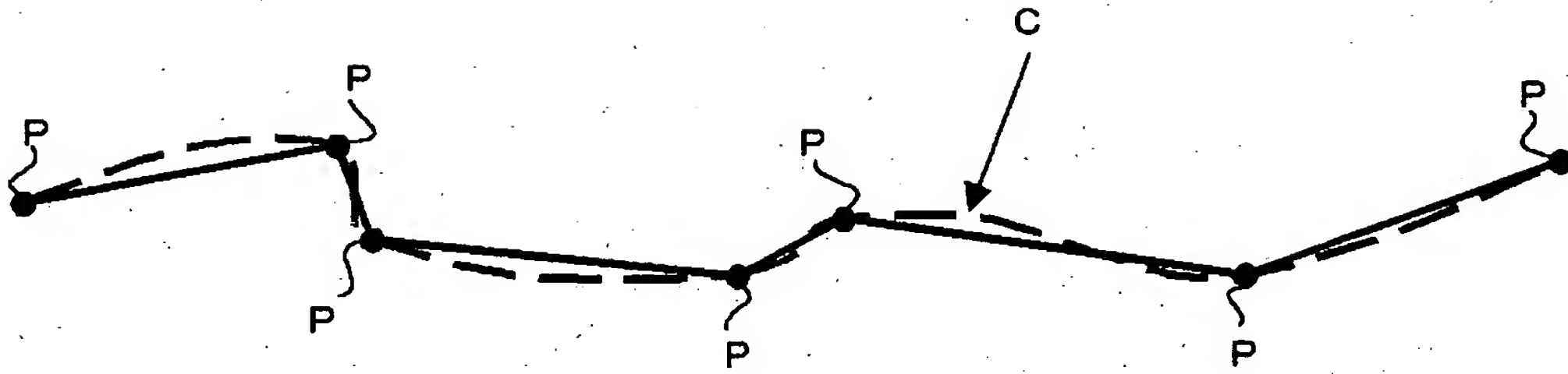
【図2】



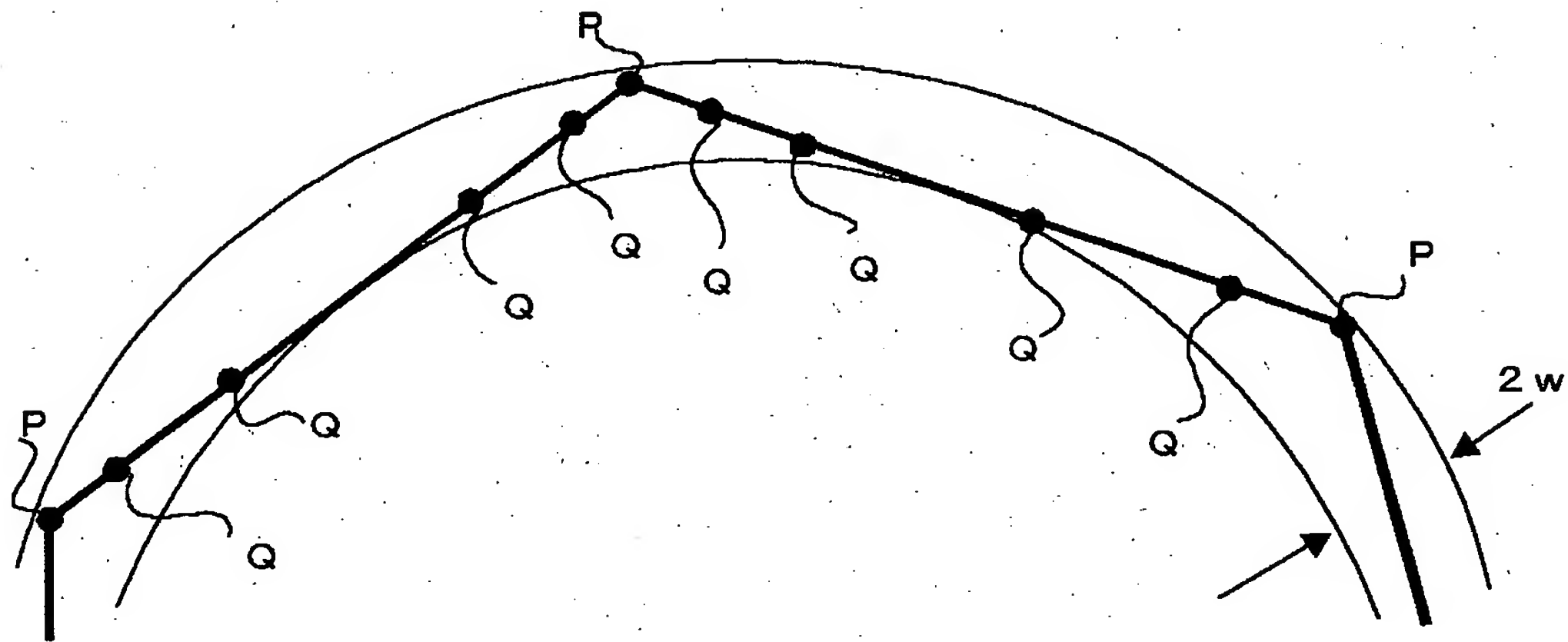
【図3】



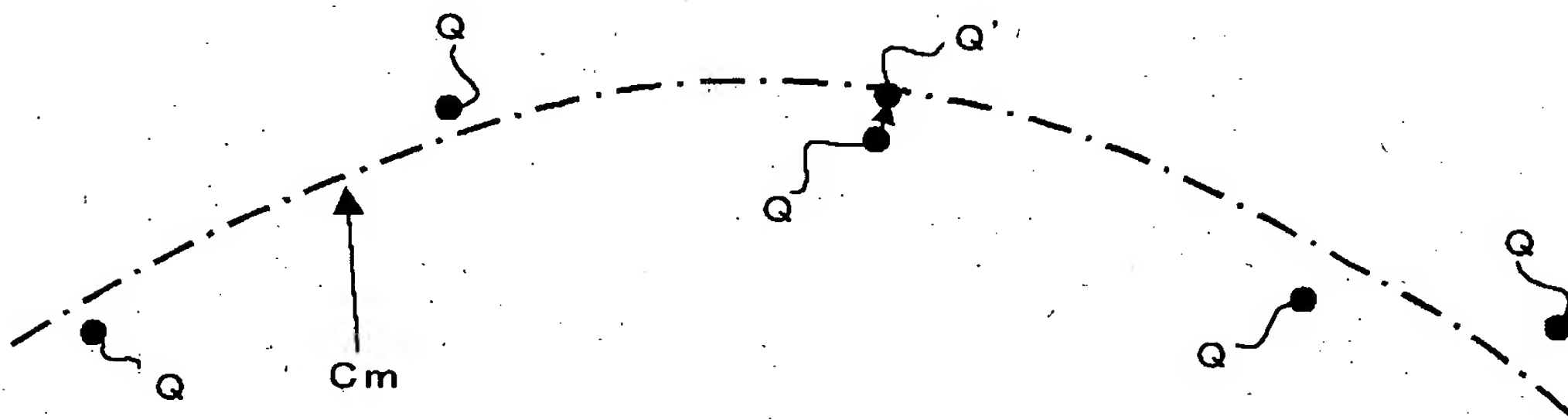
【図 4】



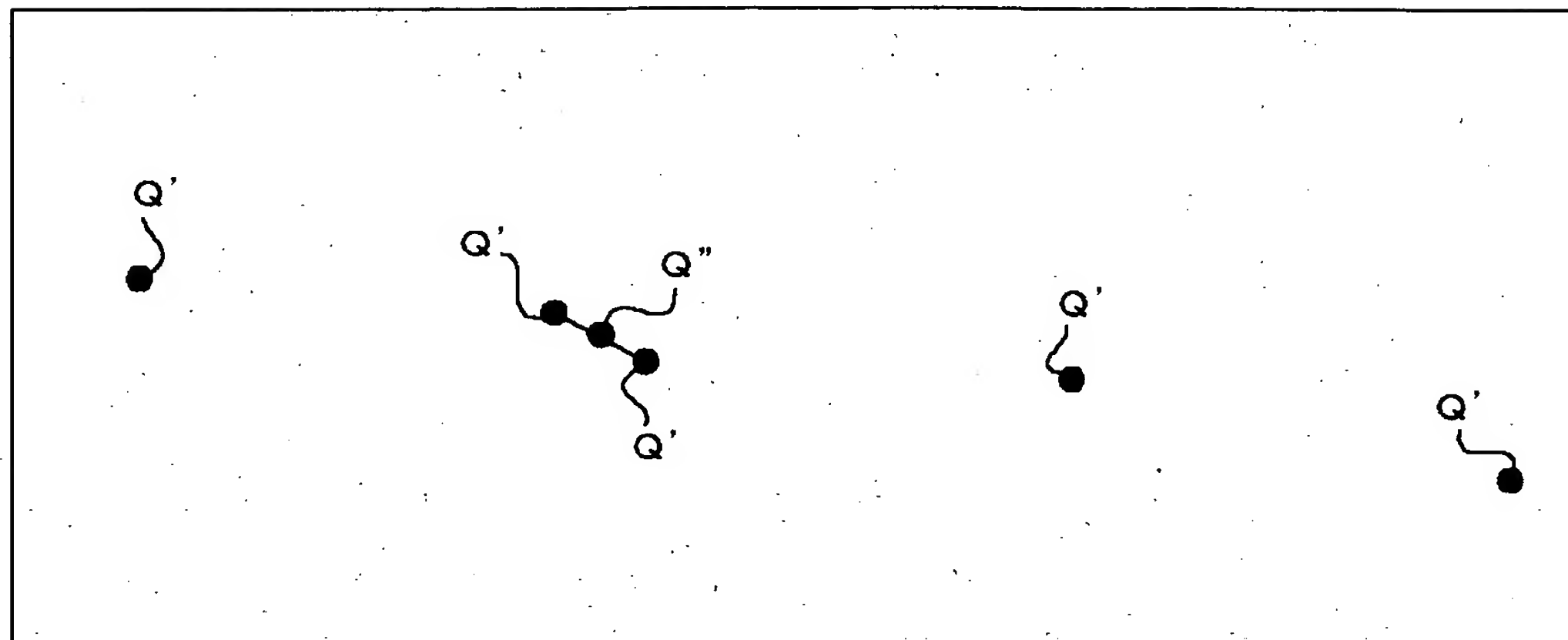
【図 5】



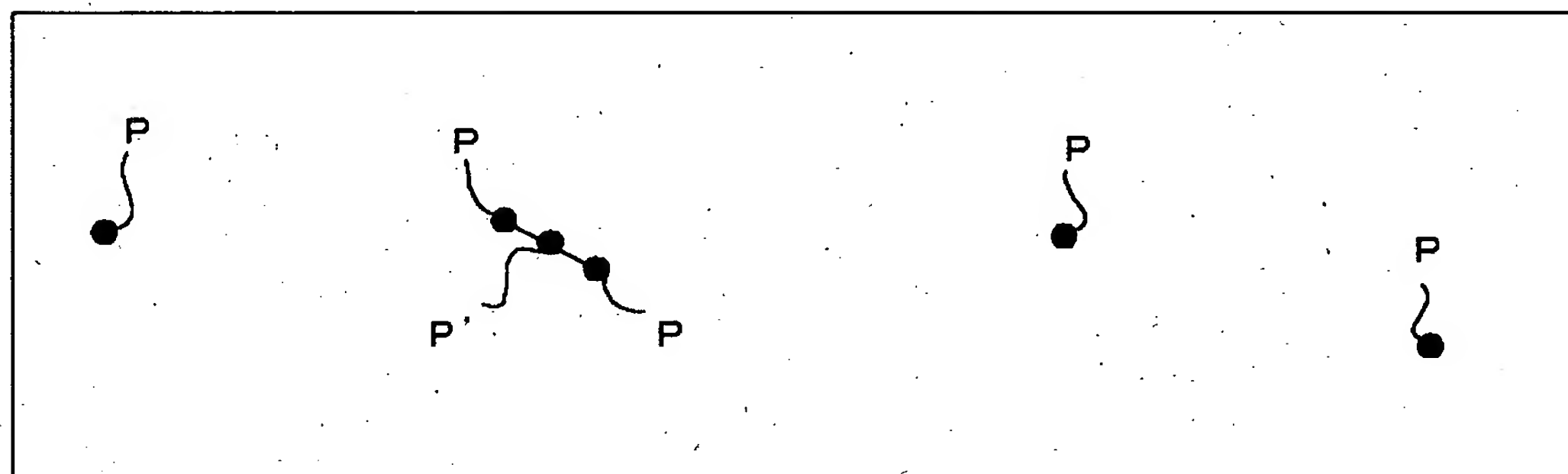
【図 6】



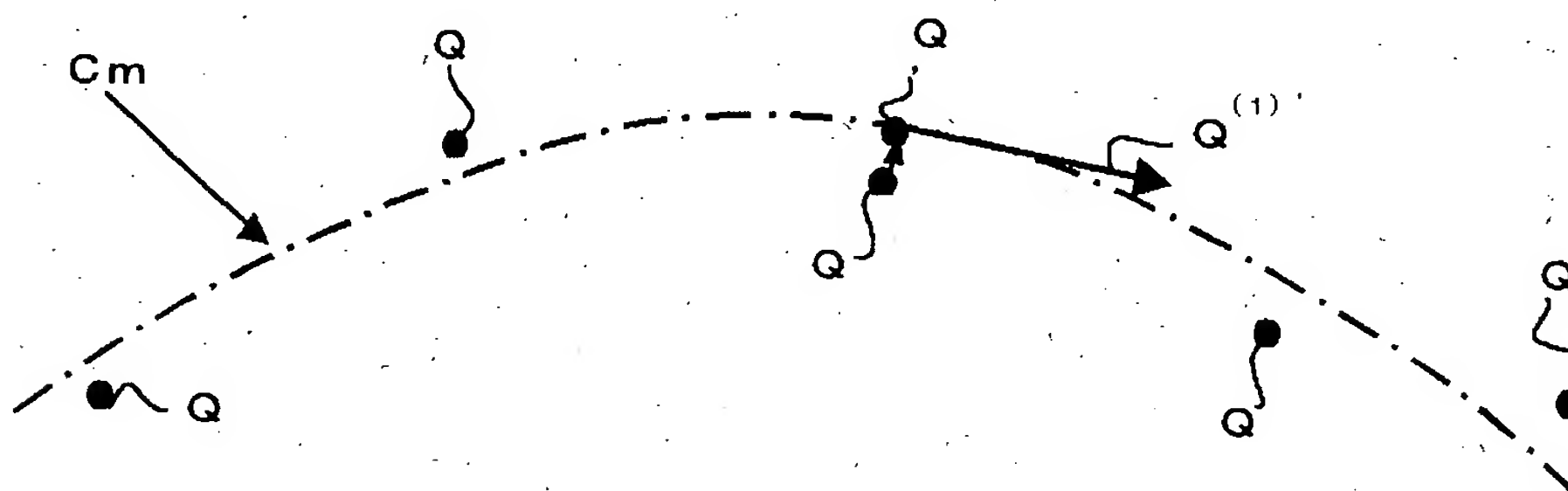
【図 7】



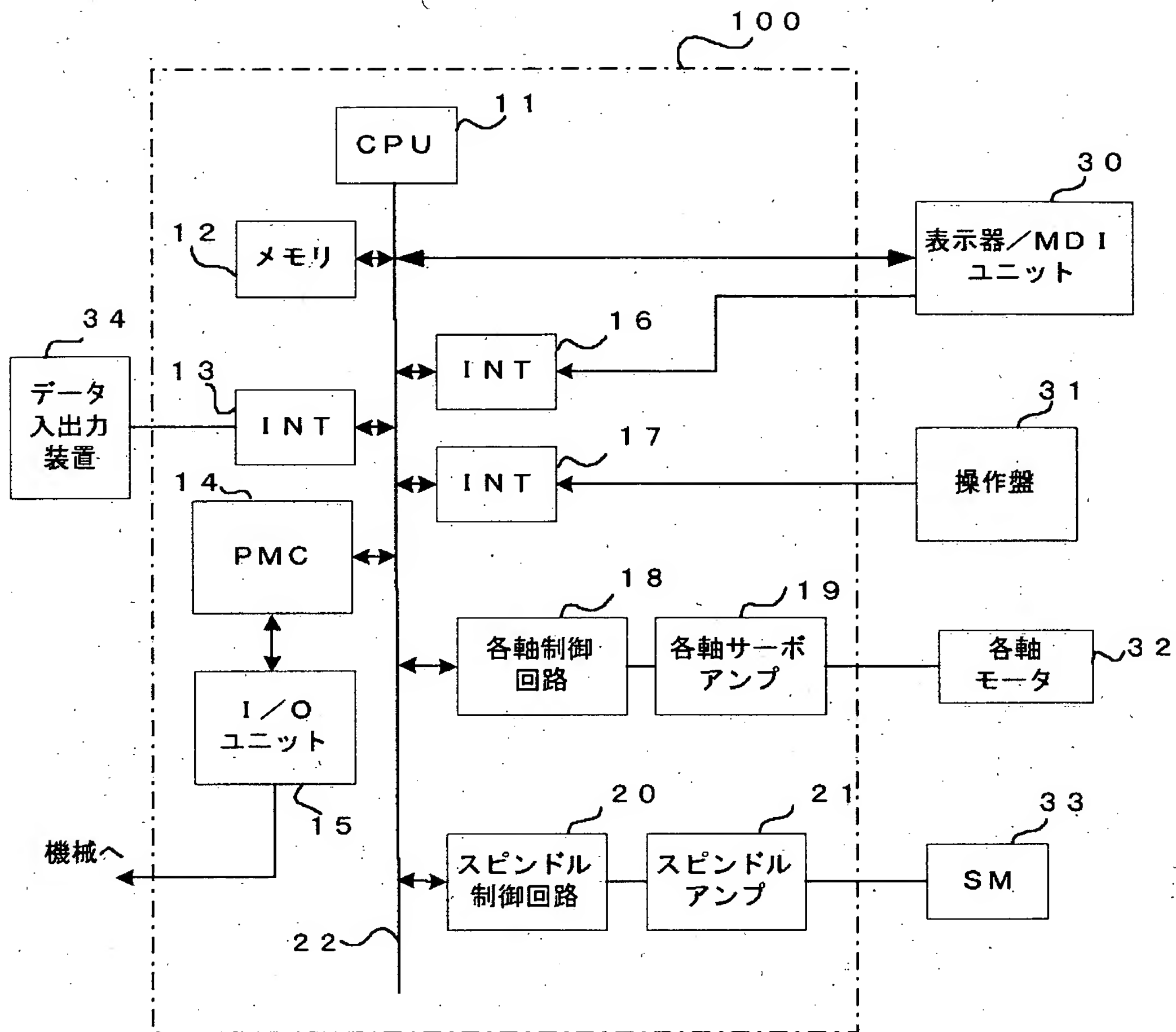
【図 8】



【図 9】



【図10】

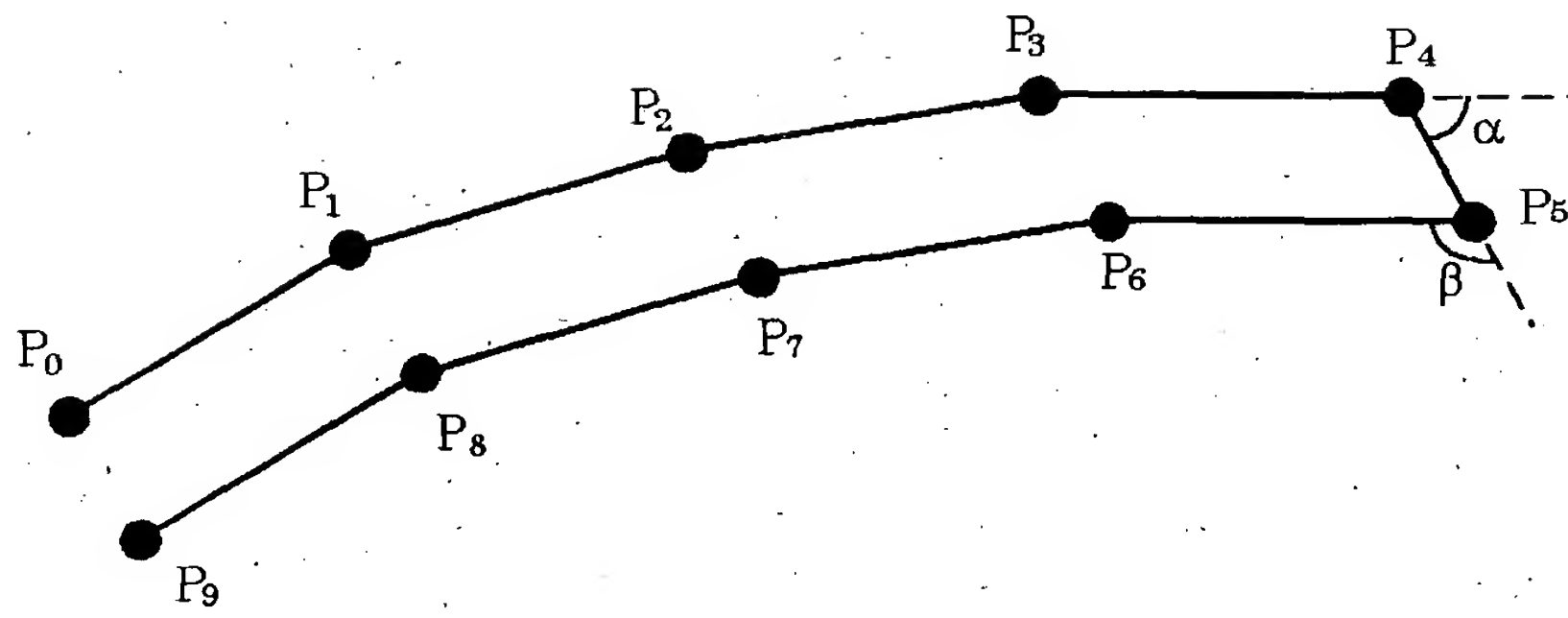


【図11】

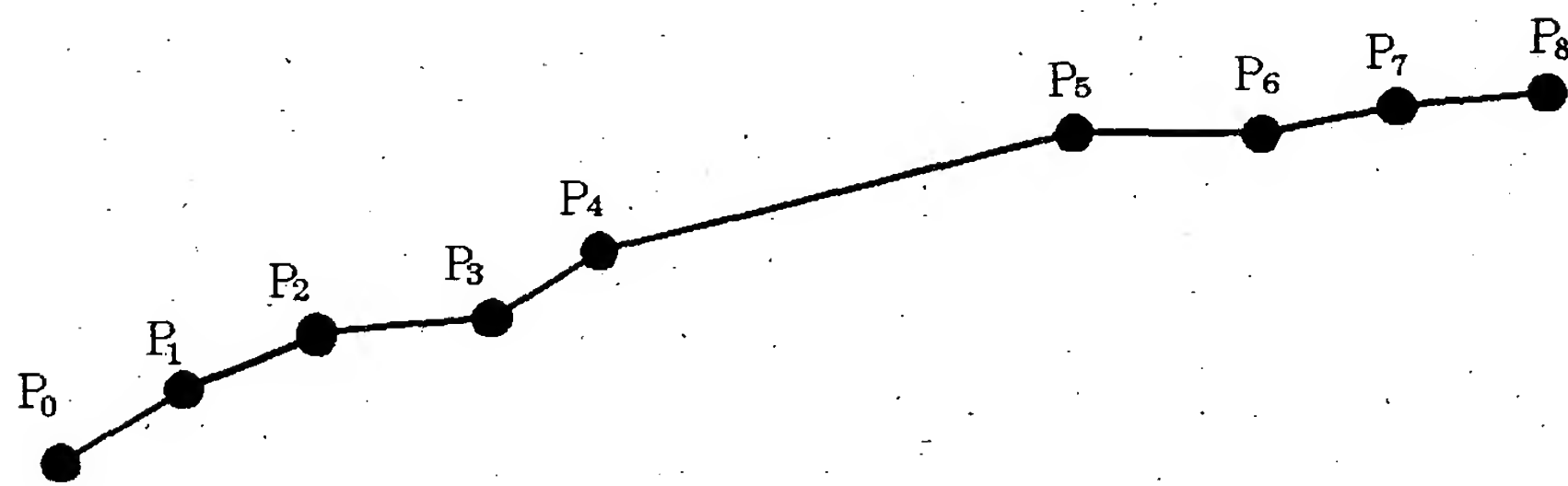
```

.....
.....
G06.3 X100.0 Y200.0 Z300.0 F10000; (滑らかな曲線を生成する補間の開始)
X101.023 Y202.512 Z311.345; (指令点列)
X103.234 Y203.876 Z315.123;
.....
.....
G06.9; (滑らかな曲線を生成する補間のキャンセル)
.....
.....
    
```

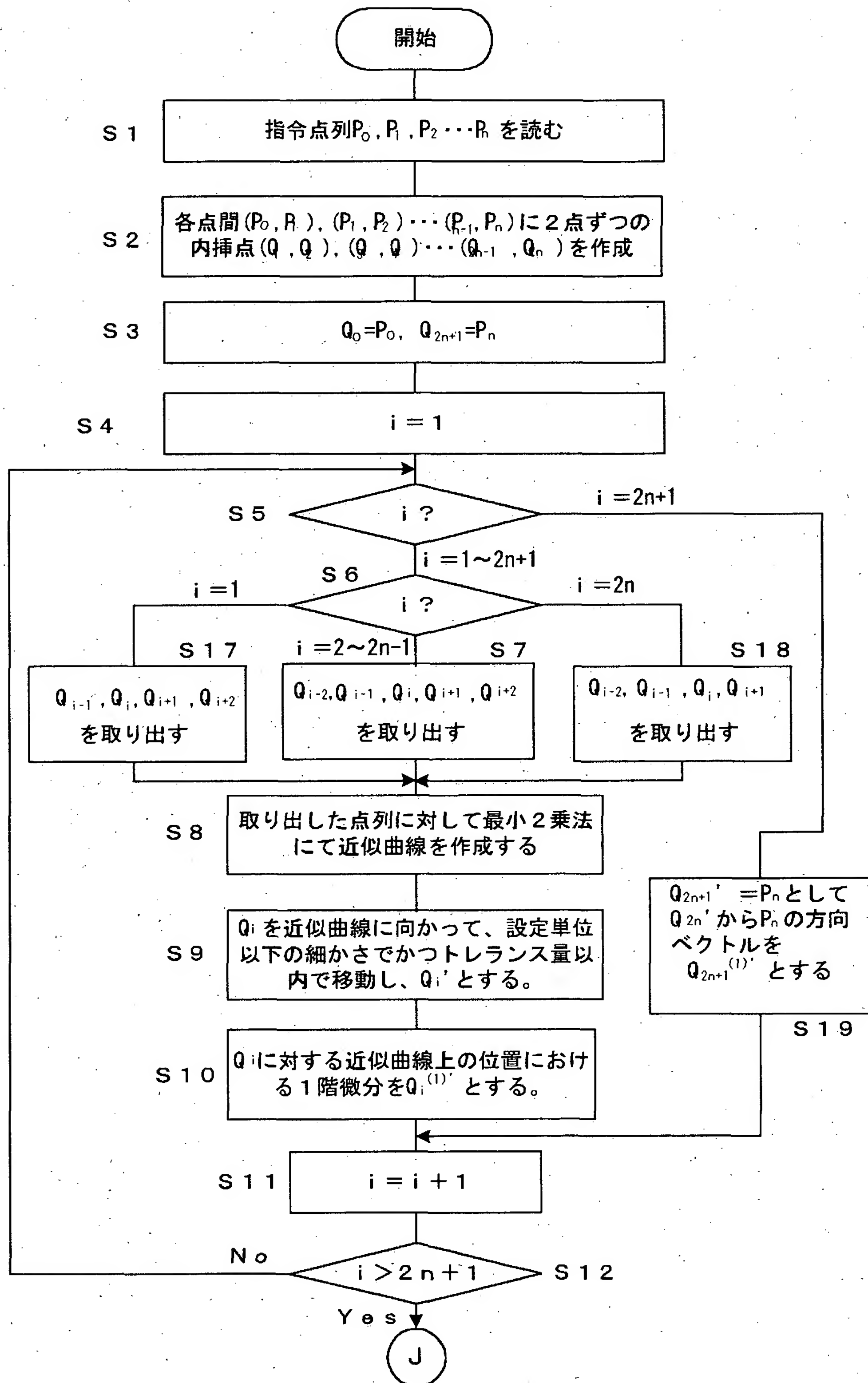
【図 1 2】



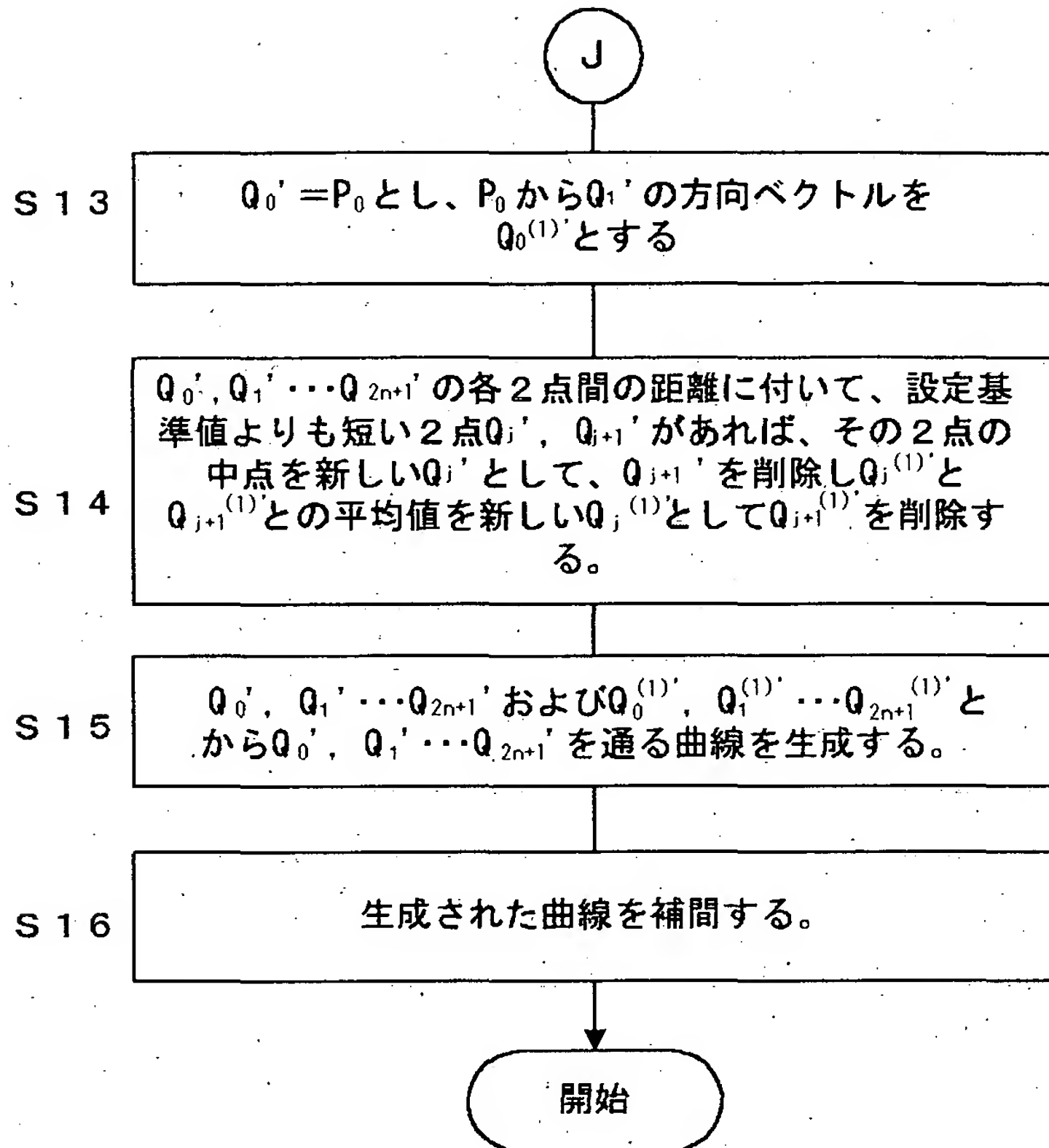
【図 1 3】



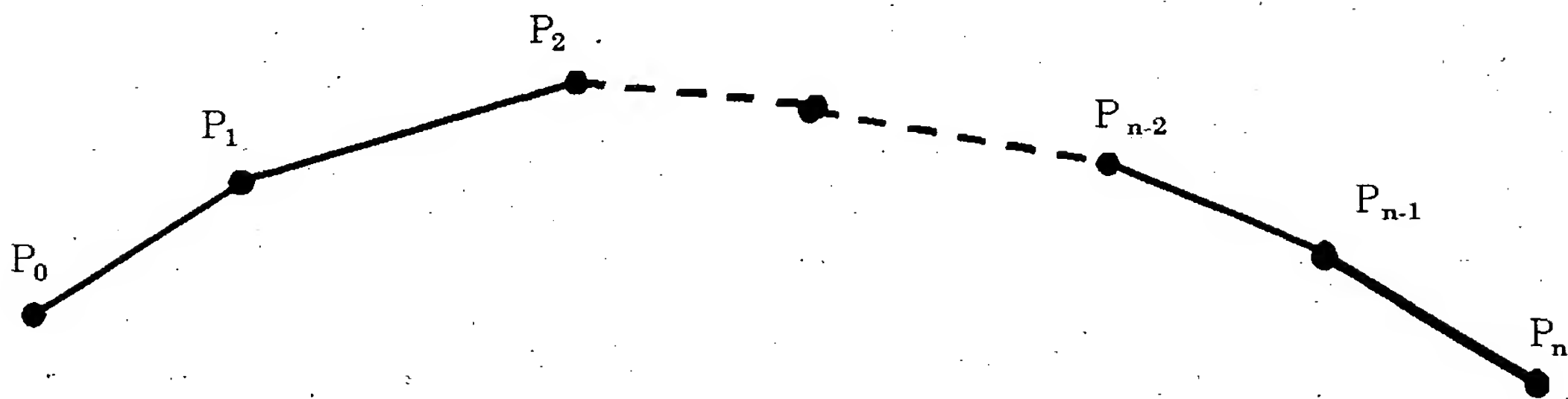
【図14】



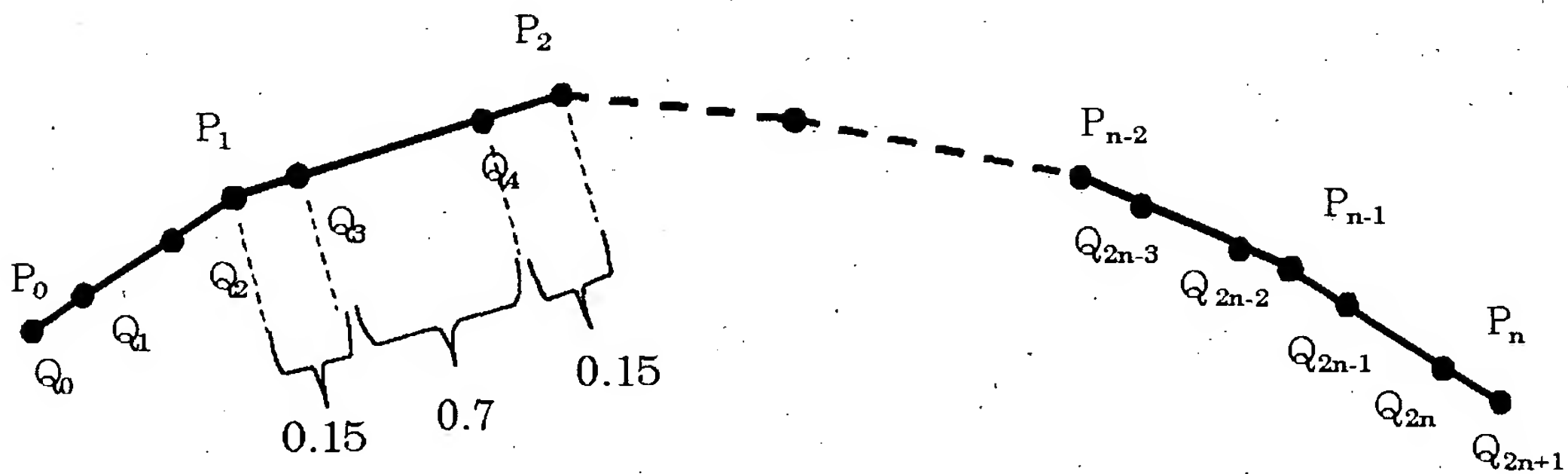
【図 15】



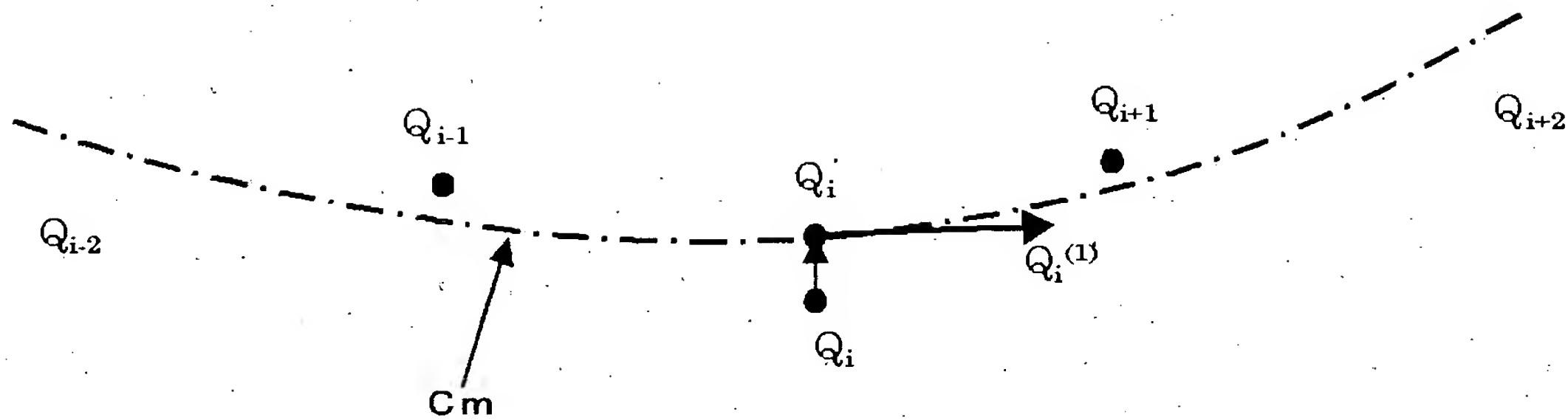
【図 16】



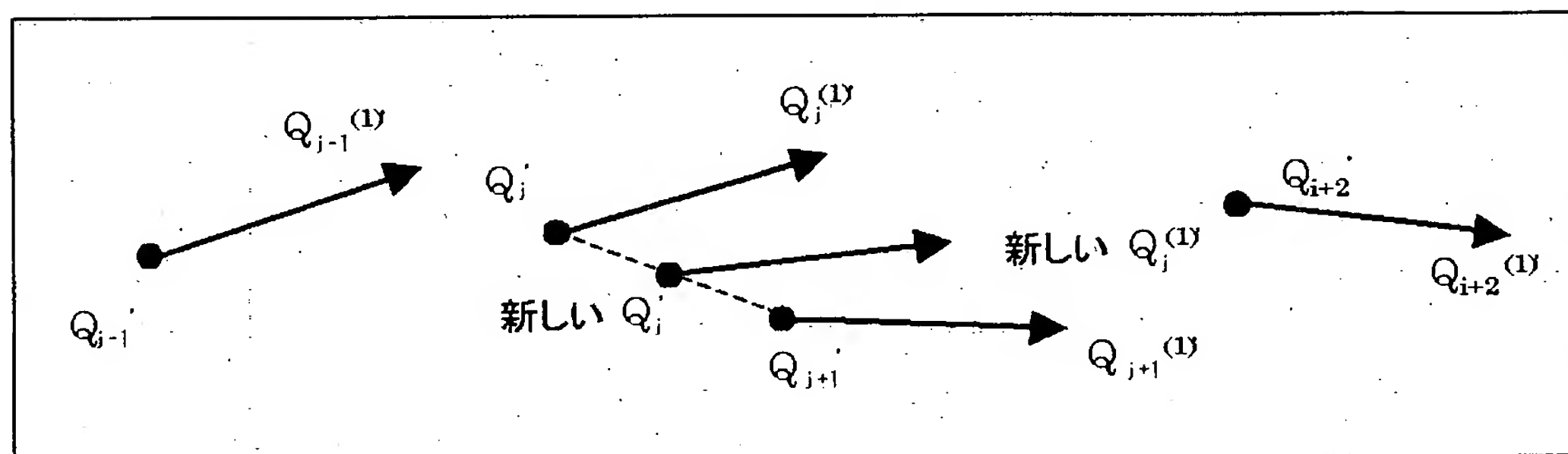
【図 17】



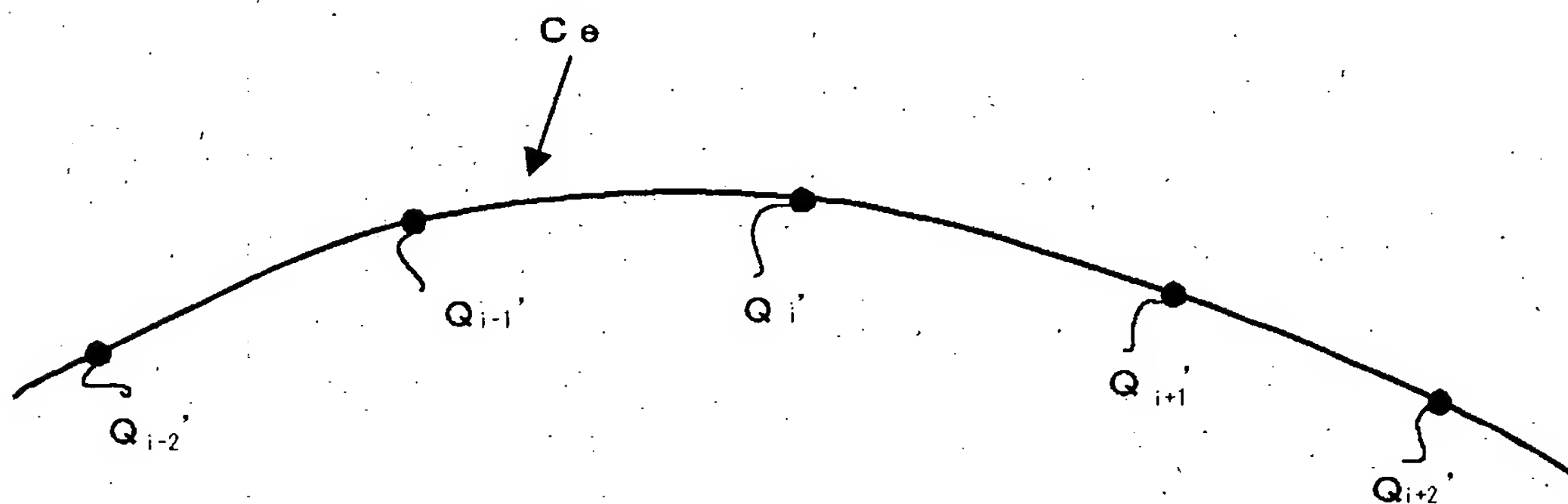
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 指令点列が目標とした目標曲線のトレランス以内に収まる曲線を得る。又この目標曲線により近い曲線を得て曲線補間をする。

【解決手段】 指令点列 $P, P \dots$ の各点間に内挿点 $Q, Q \dots$ を求め、この内挿点 $Q, Q \dots$ を指令形状点とする。指令形状点 $Q, Q \dots$ は、指令点列 $P, P \dots$ が形成された目標曲線のトレランス幅 w 内にある。指令形状点 $Q, Q \dots$ の各点を順次着目点とし、その着目点の前後の複数の指令形状点より、順次近似曲線を生成する。着目指令形状点を近似曲線に移動させ修正指令点とする。修正指令点より曲線を生成し、この曲線を曲線補間する。指令形状点（内挿点） $Q, Q \dots$ は、指令点列 $P, P \dots$ よりもよりトレランス幅 w の中心部に存在するから、近似曲線、修正指令点はトレランス幅 w の中心部となり、生成される曲線はトレランス幅 w 内に納まり滑らかな曲線が得られる。

【選択図】 図5

特2002-237394

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-237394
受付番号	50201215563
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成14年 8月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月16日

出願人履歴情報

識別番号 [390008235]

1. 変更年月日 1990年10月24日

[変更理由] 新規登録

住所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

氏名 ファナック株式会社